

10 / 577 457

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP2005/014208

International filing date: 03 August 2005 (03.08.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2004-237209  
Filing date: 17 August 2004 (17.08.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 15 September 2005 (15.09.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2004年 8月17日

出 願 番 号  
Application Number: 特願2004-237209

パリ条約による外国への出願  
に用いる優先権の主張の基礎  
となる出願の国コードと出願  
番号

J P 2004-237209

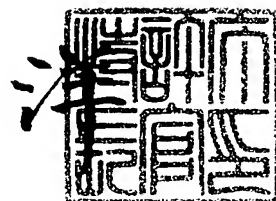
The country code and number  
of your priority application,  
to be used for filing abroad  
under the Paris Convention, is

出 願 人  
Applicant(s): ローム株式会社

2005年 8月31日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川



【書類名】	特許願
【整理番号】	PR4-00277
【提出日】	平成16年 8月17日
【あて先】	特許庁長官殿
【国際特許分類】	H01L 21/76
【発明者】	
【住所又は居所】	京都市右京区西院溝崎町 2 1 番地    ローム株式会社内
【氏名】	山中    貴光
【特許出願人】	
【識別番号】	000116024
【氏名又は名称】	ローム株式会社
【代理人】	
【識別番号】	100087701
【弁理士】	
【氏名又は名称】	稲岡    耕作
【選任した代理人】	
【識別番号】	100101328
【弁理士】	
【氏名又は名称】	川崎    実夫
【手数料の表示】	
【予納台帳番号】	011028
【納付金額】	16,000円
【提出物件の目録】	
【物件名】	特許請求の範囲    1
【物件名】	明細書    1
【物件名】	図面    1
【物件名】	要約書    1
【包括委任状番号】	0402732

【書類名】 特許請求の範囲

【請求項 1】

半導体基板上に、第 1 酸化膜形成領域に開口を有し、第 2 酸化膜形成領域および第 3 酸化膜形成領域を覆う窒化膜を形成する工程と、

前記窒化膜を耐酸化性マスクとして前記半導体基板に熱酸化処理を施すことにより、前記第 1 酸化膜形成領域に第 1 の膜厚の第 1 酸化膜を形成する工程と、

前記窒化膜の表面を覆う酸化皮膜を形成する工程と、

前記半導体基板上に、前記第 2 酸化膜形成領域に開口を有し、前記第 3 酸化膜形成領域を覆うレジスト膜を形成する工程と、

このレジスト膜をマスクとしてふっ酸液によるウェットエッチングを行い、前記第 2 酸化膜形成領域の前記窒化膜の表面を覆う前記酸化皮膜を除去する工程と、

前記レジスト膜を除去する工程と、

室温よりも高温のリン酸液によるウェットエッチングによって、前記第 2 酸化膜形成領域の前記酸化皮膜が除去された前記窒化膜を除去する工程と、

熱酸化処理によって、前記第 2 酸化膜形成領域において前記窒化膜が除去された領域に、前記第 1 の膜厚よりも薄い第 2 の膜厚の第 2 酸化膜を形成する工程と、

ふっ酸液によるウェットエッチングによって、前記第 3 酸化膜形成領域の前記窒化膜の表面を覆う酸化皮膜を除去する工程と、

室温よりも高温のリン酸液によるウェットエッチングによって、前記第 3 酸化膜形成領域の前記酸化皮膜が除去された前記窒化膜を除去する工程と、

熱酸化処理によって、前記第 3 酸化膜形成領域において前記窒化膜が除去された領域に、前記第 2 の膜厚よりも薄い第 3 の膜厚の第 3 酸化膜を形成する工程とを含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 2】

前記第 3 酸化膜をゲート酸化膜とした第 1 トランジスタ素子を形成する工程と、

前記第 2 酸化膜をゲート酸化膜とし、前記第 1 トランジスタよりも高耐圧の第 2 トランジスタを形成する工程とをさらに含むことを特徴とする請求項 1 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 3】

前記第 1 酸化膜は、前記第 2 トランジスタのゲート電極のエッジ部に配置され、この第 2 トランジスタのゲート酸化膜である前記第 2 酸化膜よりも厚い酸化膜を成すものであることを特徴とする請求項 2 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 4】

前記第 1 酸化膜は、前記半導体基板上で素子形成領域を分離する L O C O S 酸化膜を含むことを特徴とする請求項 2 記載の半導体装置の製造方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】半導体装置の製造方法

【技術分野】

【0001】

この発明は、半導体基板上に少なくとも膜厚の異なる3つの酸化膜を有する半導体装置の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

たとえば、液晶表示パネルの駆動回路を構成する集積回路（ドライバIC）やデジタルスチルカメラ等のオートフォーカス制御のための集積回路（オートフォーカスIC）のような半導体装置は、半導体基板上に耐圧の異なる複数種類のトランジスタ素子（典型的にはMOS型電界効果トランジスタ）を搭載して構成される場合がある。このような半導体装置は、たとえば、半導体基板上に、低耐圧トランジスタが形成された低耐圧領域と、高耐圧トランジスタが形成された高耐圧領域とを備えている。

【0003】

個々のトランジスタ素子を形成するための素子形成領域の分離は、たとえば、LOCOS法で行われる。LOCOS法は、シリコン基板の表面に選択的に熱酸化膜を成長させることによって素子領域を分離する方法である。より具体的には、シリコン基板の表面にパッド酸化膜を介して窒化膜が形成され、この窒化膜上にレジスト膜のパターンが形成される。このレジスト膜をマスクとして反応性イオンエッチングによって窒化膜がエッチングされ、LOCOS酸化膜を形成すべき領域に開口が形成される。レジスト膜を除去した後、窒化膜を耐酸化性マスクとして熱酸化処理を行うと、窒化膜の開口部において厚いLOCOS酸化膜が成長する。その後、窒化膜を熱リン酸によってウェットエッチングし、さらにパッド酸化膜を除去した後、LOCOS酸化膜によって分離された領域に薄いゲート酸化膜が形成される。

【0004】

低耐圧領域に形成されるトランジスタと高耐圧領域に形成されるトランジスタとでは、ゲート酸化膜の膜厚が全く異なる。したがって、高耐圧トランジスタのゲート酸化膜と低耐圧トランジスタのゲート酸化膜とは、別の工程でそれぞれ形成する必要がある。

より具体的には、図7(a)に示すように、半導体基板1上にパターン形成された窒化膜2をマスクとした選択熱酸化によって厚いLOCOS酸化膜3を形成して低耐圧素子領域4および高耐圧素子領域5を分離した後、図7(b)に示すように、窒化膜2を除去し、さらに熱酸化処理を行うことによって、高耐圧素子領域5にゲート酸化膜6が形成される。このとき、低耐圧素子領域4にも同様に酸化膜6aが成長する。そこで、図7(c)に示すように、高耐圧素子領域5を覆い、低耐圧素子領域4を露出させるパターンのレジスト膜7を形成し、このレジスト膜7をマスクとして、ふっ酸液によって、低耐圧素子領域4の表面の酸化膜6aを除去する（除去される部分を斜線で示す）。続いて、図7(d)に示すように、レジスト膜7を除去した後熱酸化処理を行うことによって、低耐圧素子領域4に対応したゲート酸化膜8が形成される。

【0005】

このようにして、半導体基板1の表面には、LOCOS酸化膜3、これよりも薄いゲート酸化膜6、およびさらにこれよりも薄いゲート酸化膜8の3種類の膜厚の酸化膜が形成されることになる。

【特許文献1】特開平10-284615

【特許文献2】特開2002-76288

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

レジスト膜7は、LOCOS酸化膜3によって分離された低耐圧素子領域4のエッジ部に整合するように形成できれば理想的であるが、マスク合わせ余裕を考慮する必要がある

ため、LOCOS酸化膜3上にそのエッジ部が位置することになる。そのため、図7(c)のウェットエッチングの際に浸食を受け、段差部9を生じることになる。

これにより、LOCOS酸化膜3の一部の膜厚が少なくなるので、素子分離耐圧不良の原因となるおそれがある。この問題は、LOCOS酸化膜3の膜厚を大きくすれば回避できるが、それでは、LOCOS酸化膜3のバースピーク3aが大きくなり、素子寸法制御性が犠牲となる。

#### 【0007】

また、段差部9は、後の工程でのリソグラフィフォーカスマージンの低下に繋がるため、微細加工に支障を来すおそれがある。

そこで、この発明の目的は、少なくとも3種類の膜厚を有する酸化膜を半導体基板上に良好に形成することができ、これにより半導体装置の特性の向上に寄与することができる製造方法を提供することである。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0008】

上記の目的を達成するための請求項1記載の発明は、図6に一例を示すとおり、半導体基板21上に、第1酸化膜形成領域31に開口を有し、第2酸化膜形成領域32および第3酸化膜形成領域33を覆う窒化膜22を形成する工程(図6(a))と、前記窒化膜22を耐酸化性マスクとして前記半導体基板21に熱酸化処理を施すことにより、前記第1酸化膜形成領域31に第1の膜厚の第1酸化膜23(図6の例では素子形成領域分離のためのLOCOS酸化膜)を形成する工程(図6(b))と、前記窒化膜22の表面を覆う酸化皮膜24を形成する工程(図6(b))と、前記半導体基板21上に、前記第2酸化膜形成領域32に開口を有し、前記第3酸化膜形成領域33を覆うレジスト膜25を形成する工程(図6(c))と、このレジスト膜25をマスクとしてふっ酸液によるウェットエッチングを行い、前記第2酸化膜形成領域32の前記窒化膜22の表面を覆う前記酸化皮膜24を除去する工程(図6(c))と、前記レジスト膜25を除去する工程(図6(d))と、室温よりも高温のリン酸液によるウェットエッチングによって、前記第2酸化膜形成領域32の前記酸化皮膜24が除去された前記窒化膜22を除去する工程(図6(d))と、熱酸化処理によって、前記第2酸化膜形成領域32において前記窒化膜22が除去された領域に、前記第1の膜厚よりも薄い第2の膜厚の第2酸化膜26(たとえば、トランジスタのゲート酸化膜)を形成する工程(図6(d))と、ふっ酸液によるウェットエッチングによって、前記第3酸化膜形成領域33の前記窒化膜22の表面を覆う酸化皮膜24を除去する工程(図6(e))と、室温よりも高温のリン酸液によるウェットエッチングによって、前記第3酸化膜形成領域33の前記酸化皮膜24が除去された前記窒化膜22を除去する工程(図6(f))と、熱酸化処理によって、前記第3酸化膜形成領域33において前記窒化膜22が除去された領域に、前記第2の膜厚よりも薄い第3の膜厚の第3酸化膜27(たとえば、トランジスタのゲート酸化膜)を形成する工程(図6(f))とを含むことを特徴とする半導体装置の製造方法である。

#### 【0009】

この方法によれば、半導体基板上に形成された窒化膜を耐酸化性マスクとして、まず、第1の膜厚の第1酸化膜が第1酸化膜形成領域に形成される。これと同時に、またはその後、窒化膜の表面に酸化皮膜が形成される。この酸化皮膜は、ふっ酸液によってエッチングされるが、熱リン酸によっては実質的にエッチングされない。そこで、第2酸化膜形成領域において、当該窒化膜の表面の酸化皮膜がふっ酸液によって除去される。レジスト膜は熱リン酸に対する耐性がないので、これを剥離し、その後、熱リン酸によってエッチング処理を行うと、酸化皮膜が除去された状態の窒化膜を選択的に除去することができる。この状態で、残りの窒化膜を耐酸化性マスクとして熱酸化を行うことにより、第1の膜厚よりも薄い第2の膜厚の第2酸化膜を第2酸化膜形成領域に形成できる。

#### 【0010】

さらに、第3酸化膜形成領域の窒化膜の表面の酸化皮膜をふっ酸液で除去し、さらにリン酸液によるエッチングによってその窒化膜を除去した後に熱酸化を行うことによって、

第2の膜厚よりもさらに薄い第3の膜厚の第3酸化膜を第3酸化膜形成領域に形成できる。

こうして、最も薄い第3酸化膜は、第1酸化膜および第2酸化膜の形成工程の影響を受けずに正確に膜厚を制御でき、次に薄い第2酸化膜は第1酸化膜の形成工程の影響を受けずにその膜厚を正確に制御できる。

#### 【0011】

また、厚い酸化膜を基板全体に形成し、これをエッチング除去してから薄い酸化膜を所望の領域に改めて形成する工程の場合とは異なり、先に形成された厚い酸化膜（図6の例では第1酸化膜）に段差が生じることがない。これにより、その後のリソグラフィ工程におけるフォーカスマージンを向上することができる。また、厚い酸化膜（図6の例では第1酸化膜）を素子分離のための膜（LOCOS酸化膜）として用いる場合に、その膜減りによる素子分離耐圧の劣化の問題を回避できる。

#### 【0012】

熱リン酸による窒化膜のエッチングを防ぐための酸化皮膜は極薄い膜厚（たとえば150Å程度）で十分であり、この酸化皮膜のエッチングの際に、先に形成された酸化膜に不所望な膜減りが生じることはない。したがって、第1、第2および第3酸化膜の膜厚は、膜減りを考慮して定める必要がなく、要求される特性のみを考慮して設定することができる。

#### 【0013】

請求項2記載の発明は、前記第3酸化膜をゲート酸化膜とした第1トランジスタ素子を形成する工程と、前記第2酸化膜をゲート酸化膜とし、前記第1トランジスタよりも高耐圧の第2トランジスタを形成する工程とをさらに含むことを特徴とする請求項1記載の半導体装置の製造方法である。

この方法により、半導体基板上に高耐圧トランジスタおよび低耐圧トランジスタの両方を形成し、かつ、低耐圧トランジスタのゲート酸化膜の膜厚を正確に制御できる。これにより、高耐圧トランジスタの十分な耐圧を確保しつつ、低耐圧トランジスタの良好な特性を実現できる。

#### 【0014】

請求項3記載の発明は、前記第1酸化膜は、前記第2トランジスタのゲート電極のエッジ部に配置され、この第2トランジスタのゲート酸化膜である前記第2酸化膜よりも厚い酸化膜を成すものであることを特徴とする請求項2記載の半導体装置の製造方法である。

この方法により、ゲート電極のエッジ部に厚い酸化膜を配置して電界の集中を防止したドリフト・ドレイン構造を形成することができ、第2トランジスタの高耐圧特性を実現できる。

#### 【0015】

請求項4記載の発明は、前記第1酸化膜は、前記半導体基板上で素子形成領域を分離するLOCOS酸化膜を含むことを特徴とする請求項2記載の半導体装置の製造方法である。

この方法により、段差のないLOCOS酸化膜で素子形成領域を分離しつつ、半導体基板上に高耐圧トランジスタと低耐圧トランジスタを形成することができる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0016】

以下では、この発明の実施の形態を、添付図面を参照して詳細に説明する。

図1は、この発明の一実施形態に係る半導体装置の構成を説明するための図解的な断面図である。この半導体装置は、複数の低耐圧トランジスタ51が形成される第1領域50と、複数の高耐圧トランジスタ71が形成される第2領域70とを有するシリコン基板（半導体基板の一例）40を備えている。

#### 【0017】

第1領域50内に形成された複数の低耐圧トランジスタ51は、シリコン基板40の表層部に形成されたシャロウ・トレンチ分離（STI：Shallow Trench Isolation）部52

によって分離された素子形成領域53内に形成されている。STI部52は、シリコン基板40の表面に形成された浅い（たとえば、深さ4000Å程度）トレンチ54内に酸化シリコン55を埋め込んで形成されている。

#### 【0018】

素子形成領域53を含む領域には、シリコン基板40の表層部に、ウェル（P型ウェルまたはN型ウェル）56が形成されている。このウェル56内には、チャネル領域57を挟んでソース拡散層58およびドレイン拡散層59（P型ウェル内ではN型拡散層、N型ウェル内ではP型拡散層）が形成されている。そして、チャネル領域57の表面に、たとえば膜厚32Åのゲート酸化膜60（第3酸化膜）が形成され、このゲート酸化膜60上にゲート電極61が積層されている。

#### 【0019】

図示は省略するが、さらに、ゲート電極61上およびソース／ドレイン拡散層58、59を覆うように層間絶縁膜が形成されている。この層間絶縁膜に形成されたコンタクト孔を介してソース拡散層58およびドレイン拡散層59にそれぞれ接合するようにソース電極およびドレイン電極が形成されている。

第1領域50内に形成されている複数の低耐圧トランジスタ51は、いずれもNチャンネル型トランジスタ（P型ウェル内にN型ソース・ドレイン拡散層を形成したもの）であってもよいし、いずれもPチャンネル型トランジスタ（N型ウェル内にP型ソース・ドレイン拡散層を形成したもの）であってもよく、Nチャンネル型トランジスタおよびPチャンネル型トランジスタの両方を含んでいてもよい。

#### 【0020】

第2領域70に形成された高耐圧トランジスタ71は、シリコン基板40の表層部に形成されたSTI部72によって分離された素子形成領域73に形成されている。STI部72は、シリコン基板40の表面に形成された浅い（たとえば、深さ4000Å程度）トレンチ74内に酸化シリコン75を埋め込んで形成されている。

素子形成領域73を含む領域には、シリコン基板40の表層部に、ウェル（P型ウェルまたはN型ウェル）76が形成されている。このウェル76内には、チャネル領域77（アクティブ領域）を挟んでソース側ドリフト層78およびドレイン側ドリフト層79（P型ウェル内ではN型ドリフト層、N型ウェル内ではP型ドリフト層）が形成されている。そして、チャネル領域77の表面に、たとえば膜厚1000Åのゲート酸化膜80（第2酸化膜）が形成され、このゲート酸化膜80上にゲート電極81が積層されている。

#### 【0021】

ドリフト層78、79の表面には、厚いLOCOS酸化膜84、85（第1酸化膜。たとえば、膜厚2800Å程度）がそれぞれ形成されている。ゲート電極81は、チャネル領域77上からLOCOS酸化膜84、85のチャネル領域77側縁部に至る領域に形成されている。これにより、ゲート電極81の端部81aは、ゲート酸化膜80よりも厚いLOCOS酸化膜84、85上に位置しており、電界の集中を防いで高耐圧を実現するドリフト・ドレイン構造が形成されている。

#### 【0022】

LOCOS酸化膜84、85には、ドリフト層78、79にソース電極およびドレイン電極をそれぞれ接合するためのコンタクト孔86、87が形成されている。これらのコンタクト孔86、87の直下の領域には、ドリフト層78、79と同じ導電型でそれらよりも高濃度に不純物を含むソースコンタクト層78aおよびドレインコンタクト層79aがそれぞれ形成されている。図示は省略するが、さらに、上述の層間絶縁膜が、ゲート電極81上およびLOCOS酸化膜84、85を覆うように形成されている。この層間絶縁膜には、ソース電極およびドレイン電極のためのコンタクト孔がそれぞれ形成されており、これらはLOCOS酸化膜84、85に形成されたコンタクト孔86、87に連通している。

#### 【0023】

ドリフト層78、79は、LOCOS酸化膜84、85の下方を回り込んでチャネル領



域77へと進入している。LOCOS酸化膜84、85のチャンネル領域77側の縁部からチャンネル領域77の内方へのドリフト層78、79の進入距離X1、X2は、後述の製造方法の適用によって、ばらつきを抑制して、精度よく制御される。

第2領域70内に形成されている複数の高耐圧トランジスタ71は、いずれもNチャンネル型トランジスタ（P型ウェル内にN型ドリフト層を形成したもの）であってもよいし、いずれもPチャンネル型トランジスタ（N型ウェル内にP型ドリフト層を形成したもの）であってもよく、Nチャンネル型トランジスタおよびPチャンネル型トランジスタの両方を含んでいてもよい。

#### 【0024】

高耐圧トランジスタ71は、低耐圧トランジスタ51よりも耐圧の高いトランジスタである。たとえば、高耐圧トランジスタ71の耐圧は、40V程度であるのに対して、低耐圧トランジスタ51の耐圧は、1.8V程度である。また、低耐圧トランジスタ51は、高耐圧トランジスタ71よりも微細な構造であり、高耐圧トランジスタ71の素子サイズ（素子形成領域73の大きさ）は20 $\mu$ mのオーダーであるのに対して、低耐圧トランジスタ51の素子サイズ（素子形成領域53の大きさ）は1 $\mu$ mのオーダーとなっている。

#### 【0025】

この実施形態の半導体装置では、素子形成領域53、73の分離をSTI部52、72によって行っているので、LOCOS法による素子分離の場合に比較して、素子分離のために占有される領域（素子分離領域）を小さくすることができる。これにより、とくに、低耐圧領域である第1領域50において微細構造の低耐圧トランジスタ51を高密度に形成することができる。その一方で、高耐圧領域である第2領域70においては、ドリフト・ドレイン構造のための厚い酸化膜は、LOCOS酸化膜84、85で形成されている。これにより、この厚い酸化膜をSTI構造で形成する場合における電界集中の問題を克服することができ、高耐圧トランジスタ71の耐圧を向上することができる。

#### 【0026】

図2A～2Lは、前記の半導体装置の製造方法を工程順に示す断面図である。まず、図2Aに示すように、STI部52、72を形成したシリコン基板40が作製される。具体的には、シリコン基板40の表面の第1および第2領域50、70に、たとえば反応性イオンエッチングによってトレンチ54、74（深さ4000Å程度）を形成し、さらに、全面に酸化シリコン膜（HDP：高密度プラズマ酸化膜）が形成される。その後、CMP（化学的機械的研磨）法によって表面を平坦化し、トレンチ54、74外の酸化シリコン膜を除去することにより、トレンチ54、74内に酸化シリコン55、75が埋め込まれた構造のSTI部52、72が得られる。

#### 【0027】

この状態から、第2領域70のウェル76を形成すべき領域に開口を有するレジスト膜41でシリコン基板40の表面を覆い、このレジスト膜41をマスクとしてウェル76の形成のための不純物イオンが注入される。この不純物イオンは、ウェル76をP型とする場合であれば、たとえばホウ素イオンであり、ウェル76をN型とする場合であれば、たとえばリンイオンである。このイオン注入の際、第1領域50はレジスト膜41で覆われているので、この第1領域50には不純物イオンは導入されない。

#### 【0028】

次に、図2Bに示すように、レジスト膜41を剥離し、熱酸化法によって、シリコン基板40の表面全面にパッド酸化膜42が形成される。この際にシリコン基板40に与えられる熱を利用して、シリコン基板40に注入された不純物イオンの熱拡散（ドライブ）が行われ、シリコン基板40内にウェル76が形成される。

続いて、図2Cに示すように、CVD（化学的気相成長）法によって、パッド酸化膜42の全面を被覆する窒化シリコン膜43（たとえば、膜厚300Å程度）が形成される。次いで、図2Dに示すように、窒化シリコン膜43の表面にレジスト膜44のパターンが形成される。このレジスト膜44は、図1の構造におけるLOCOS酸化膜84、85に対応するレジスト開口44a（チャンネル領域77を挟んで対向する一対の領域に形成され

るレジスト開口)を有し、残余の部分を被覆するものである。すなわち、レジスト膜44は、第1領域50全体を被覆し、第2領域70のチャンネル領域77に対応する領域を被覆し、コンタクト孔86、87に対応する領域を被覆している。このレジスト膜44によって被覆されていない領域が第1酸化膜形成領域である。

#### 【0029】

このレジスト膜44をマスクとして、ドリフト層78、79を形成するための不純物イオンが注入される。この不純物イオンは、ウェル76とは反対の導電型の不純物イオンであり、ドリフト層78をN型とする場合であれば、たとえばリンイオンが用いられ、ドリフト層78、79をP型とする場合であれば、たとえばホウ素イオンである。不純物イオンの注入エネルギーは、イオン投影飛程がSTI部72の厚さよりも小さくなるように設定される。

#### 【0030】

この後、図2Eに示すように、レジスト膜44をマスクとして、ドライエッチングである反応性イオンエッチング(RIE: Reactive Ion Etching)が行われ、後に耐酸化性マスク膜として用いられる窒化シリコン膜43がパターンニングされる。すなわち、この窒化シリコン膜43は、レジスト膜44と同様、第1領域50全体を被覆し、第2領域70のチャンネル領域77に対応する領域を被覆し、コンタクト孔86、87に対応する領域を被覆している。この窒化シリコン膜43は、レジスト膜44によってパターンニングされるので、このレジスト膜44のレジスト開口44aと整合するマスク開口43aを有することになり、このマスク開口43aは、チャンネル領域77を挟んで対向する一対の領域に形成される。

#### 【0031】

次に、図2Fに示すように、窒化シリコン膜43を耐酸化性マスクとした熱酸化(LOCOS法)が行われる。これにより、第2領域70内において、チャンネル領域77を挟んで対向する領域(ドリフト層78、79の領域)にLOCOS酸化膜84、85が形成されるとともに、注入されたイオンの熱拡散(ドライブ)が生じることにより、チャンネル領域77を挟んで対向するドリフト層78、79が形成されることになる。

#### 【0032】

LOCOS酸化膜84、85は、2800Å程度の膜厚を有している。また、ドリフト層78、79は、LOCOS酸化膜84、85のチャンネル領域77側エッジ部よりも、チャンネル領域77の内方に進入距離X1、X2だけ入り込んだ状態となる。図2Dおよび図2Eを参照して説明したとおり、ドリフト層78、79の形成のためのイオン注入時に使用されるマスクとしてのレジスト膜44は、LOCOS酸化膜84、85の形成時の耐酸化性マスクとしての窒化シリコン膜43のパターンニングのためにも利用されている。したがって、ドリフト層78、79およびLOCOS酸化膜84、85は、自己整合的に形成されることになる。その結果、上記の進入距離X1、X2は、熱による拡散距離で決定されることになり、高精度に制御されるから、複数の高耐圧トランジスタ71間でのばらつきはもちろんのこと、複数の半導体装置間でのばらつきを抑制できる。これにより、耐圧のばらつきを大幅に低減することができる。

#### 【0033】

図2Fに示すように、LOCOS酸化膜84、85を形成するための熱酸化処理によって、窒化シリコン膜43の表面には、酸化皮膜(薄い酸化膜)45(たとえば膜厚150Å程度)が形成され、この酸化皮膜45の分だけ窒化シリコン膜43の膜厚が減少する(たとえば150Å程度となる)。LOCOS酸化膜84、85の形成時に十分な膜厚の酸化皮膜45が窒化シリコン膜43上に成長しない場合には、たとえば、CVD法によって、窒化シリコン膜43を被覆する酸化皮膜45を成長させる工程を行ってもよい。

#### 【0034】

次に、図2Gに示すように、チャンネル領域77(LOCOS酸化膜84、85の間の領域。第2酸化膜形成領域)を露出させるとともに、シリコン基板40上の残余の部分を被覆するパターンのレジスト膜46が形成される。そして、このレジスト膜46をマスクと

して、ふっ酸液によるウェットエッチングが行われる。これにより、レジスト膜46から露出している領域において、窒化シリコン膜43の表面の酸化皮膜45がエッチング除去される。窒化シリコン膜43は、ふっ酸液によるエッチングレートが酸化シリコンに比較して十分に低いので、シリコン基板40上に残留する。

#### 【0035】

次いで、図2Hに示すように、レジスト膜46を剥離した後、熱リン酸液（室温よりも高温のリン酸液）によるエッチングを行う。具体的には、たとえば、150℃のリン酸液中に約60分間シリコン基板40を浸漬する。これにより、表面に酸化皮膜45が形成されていない領域において、窒化シリコン膜43が剥離される。すなわち、LOCOS酸化膜84、85の領域の窒化シリコン膜43が選択的に剥離されることになる。このとき、酸化シリコンは熱リン酸液によるエッチングレートが低いので、ほぼそのままシリコン基板40上に残留する。こうして、第1領域50を窒化シリコン膜43で被覆（さらに、第2領域70内のチャネル領域77以外の領域を被覆）した状態で、チャネル領域77においてのみ、窒化シリコン膜43を選択的に除去することができる。熱リン酸液によるエッチングにおける窒化シリコン膜43のパッド酸化膜42（下地膜）に対する選択比は100以上であり、エッチング時間設計におけるマージンを大きくとることができる。

#### 【0036】

この後、ふっ酸液によるエッチングを行うことにより、チャネル領域77の表面のパッド酸化膜42を除去して、シリコン基板40の表面を露出させることができる。

この状態から、熱酸化処理が行われ、図2Iに示すように、チャネル領域77にゲート酸化膜80（たとえば、膜厚1000Å）が成長させられる。このとき、チャネル領域77以外の領域では、窒化シリコン膜43で覆われているので、この窒化シリコン膜43上に若干の酸化膜が成長するものの、シリコン基板40の表面における酸化膜の成長は生じない。

#### 【0037】

このように、第2領域70のチャネル領域77上の窒化シリコン膜43の選択除去は、ふっ酸液とリン酸液とを用いたウェットエッチング工程によって行われ、反応性イオンエッチングのようなドライエッチング工程を必要としない。そのため、チャネル領域77のシリコン基板40の表面にプラズマによるダメージが与えられることがないので、良好な膜質のゲート酸化膜80を形成するとともに、キャリアが移動するチャネル領域77の表層部におけるシリコン基板40の結晶状態を良好な状態に保持できる。反応性イオンエッチング工程によって窒化シリコン膜43にマスク開口43aを開く図2Eの工程では、LOCOS酸化膜84、85が形成される領域が開くので、このときにシリコン基板40の表面に与えられるダメージが素子特性に影響することはない。

#### 【0038】

さらに、第1および第2領域50、70の両方に、第2領域70に対応した厚いゲート酸化膜を形成し、第1領域50側の当該厚いゲート酸化膜を選択的に除去した後に、この第1領域50側に選択的に薄いゲート酸化膜を形成するような工程をとる場合と比較すると、第1および第2領域50、70の間に顕著な段差が生じることを防止できるという利点がある。すなわち、第1領域50に対応したゲート酸化膜60、第2領域70に対応したゲート酸化膜80、およびLOCOS酸化膜84、85の3種類の膜厚の酸化シリコン膜を、顕著な段差を生じさせることなく形成することができる。これにより、その後のリソグラフィ工程におけるフォーカスマージンの低下を抑制できる。

#### 【0039】

次に、図2Iの工程に続いて、図2Jに示すように、シリコン基板40上の全部の窒化シリコン膜43が剥離される。具体的には、ふっ酸液によって窒化シリコン膜43の表面の酸化皮膜45をエッチングした後、熱リン酸液によって、窒化シリコン膜43が除去される。窒化シリコン膜43の表面の薄い酸化膜のエッチングによって、ゲート酸化膜80の若干の膜減りが生じるが、このときのエッチングはシリコン窒化膜43の表面の薄い酸化膜を除去するだけであるので、ゲート酸化膜80は、単に表層部分がエッチングされる

だけであり、問題とはならない。

#### 【0040】

次に、図2Kに示すように、第2領域70の全体を被覆するとともに、第1領域50においてウェル56に対応する領域においてシリコン基板40の表面を露出させるレジスト膜47が形成される。このレジスト膜47をマスクとしてウェル56の形成のための不純物イオンが注入される。この不純物イオンは、ウェル56をP型とする場合であれば、たとえばホウ素イオンであり、ウェル56をN型とする場合であれば、たとえばリンイオンである。このイオン注入の際、第2領域70はレジスト膜47で覆われているので、この第2領域70には不純物イオンは導入されない。

#### 【0041】

続いて、図2Lに示すように、レジスト膜47をマスクとして、ふっ酸液によるウェットエッチングを行い、第1領域50（とくにウェル56の領域）におけるシリコン基板40の表面のバッド酸化膜42が除去される。

そして、図2Mに示すように、熱酸化法によって、ウェル56の領域（第3酸化膜形成領域）にゲート酸化膜60が形成される。このゲート酸化膜60の膜厚は、たとえば32Åである。このゲート酸化膜60を形成すべき領域におけるシリコン基板40の表面は、第2領域70にLOCOS酸化膜84を形成する工程においても、また、第2領域70においてゲート酸化膜80を形成する工程においても、終始、窒化シリコン膜43によって保護されている。そのため、第1領域50に形成されるゲート酸化膜60は、LOCOS酸化膜84、85や第2領域70におけるゲート酸化膜80の形成工程の影響を受けることなく、それらの厚い酸化膜を第1領域50のような微細パターン上に形成したときに生じる応力によってシリコン基板40に結晶欠陥が導入されることと、それによってリーク電流が増大することを回避できる。

#### 【0042】

次いで、図2Nに示すように、低耐圧トランジスタ51のゲート電極61および高耐圧トランジスタ71のゲート電極81が形成される。これらは、たとえばポリシリコン膜からなっているもよい。具体的には、ポリシリコン膜をシリコン基板40の全面に被着形成した後、これをエッチングしてゲート電極61、81を形成すればよい。ゲート電極81は、そのエッジ部がLOCOS酸化膜84、85上に位置するパターンに形成される。

#### 【0043】

その後、ソースおよびドレインの形成のためのイオン注入が行われることにより、低耐圧トランジスタ51のソース拡散層58およびドレイン拡散層59がゲート電極61を挟んで対向する領域に形成され、さらに、ドリフト層78、79のLOCOS酸化膜84、85のほぼ中央の開口部の直下にソースコンタクト層78aおよびドレインコンタクト層79aがそれぞれ形成される。こうして、図1に示す構造の半導体装置が得られる。

#### 【0044】

図3は、高耐圧トランジスタ71の近傍の平面図であり、図2Eの工程における構成が示されている。図2Eには、図3の切断面線II-IIに相当する断面構造が示されている。また、図4Aは、図3の切断面線IV-IVにおける断面図であり、図4Bは図2Fの工程に対応する同様の切断面を示し、図4Cは図2Iに対応する同様の切断面を示す。

反応性イオンエッチングによってパターンニングされた状態の窒化シリコン膜43（図3において斜線を付して示す。）は、STI部72によって区画されるチャネル領域77の幅方向Wに関して、チャネル領域77からSTI部72側に微小距離 $\Delta$ （たとえば、0.1～0.2 $\mu\text{m}$ ）だけはみ出したパターンに形成される。チャネル領域77の長さ方向（一対のドリフト層78、79の対向方向）に関しては、チャネル領域77上の窒化シリコン膜43は、所望のチャネル長に対応した長さとされる。このチャネル領域77の両側では、STI部72および窒化シリコン膜43によって取り囲まれた一対の矩形領域91、92において、シリコン基板40の表面が露出することになる。この一対の矩形領域91、92のほぼ中央には、コンタクト孔86、87に対応した領域に窒化シリコン膜43が形成されている。

#### 【0045】

STI部72の上側縁部72a(チャネル領域77の縁部)には、不純物拡散工程(図2Bの工程など)前にその都度行われる洗浄処理(ふっ酸液によるライトエッチングなど)などに起因して、図4Aに示すような窪み(ディボット)93が生じている。この窪み93を残したままでゲート酸化膜80を形成すると、この窪み93の部分において、ゲート酸化膜80には顕著な薄膜部が生じる。この薄膜部は、リークの原因となり、ゲート酸化膜耐圧の低下を招く。また、この薄膜部は、部分的に低しきい値の領域を形成することになるから、高耐圧トランジスタ71の静特性の悪化(しきい値が不安定になるなど)を招く。

#### 【0046】

この実施形態では、図4Bに示すように、ゲート酸化膜80を形成する工程より前に窪み93を取り除くために、LOCOS酸化膜84、85を形成する熱酸化工程(ドリフト層78、79を形成する熱拡散工程)において、STI部72からチャネル領域77へと延びるパズピーク94が成長させられる。すなわち、前述のとおり、窒化シリコン膜43は、チャネル領域77の幅方向に関して微小距離 $\Delta$ だけSTI部72側にはみ出しているとともに、STI部72とチャネル領域77との近傍の領域を露出させるパターンに形成されているので、酸素雰囲気中での加熱により、STI部72の露出部において酸化膜が成長し、パズピーク94が窒化シリコン膜43の下方へと潜り込んでチャネル領域77へと進入する。これにより、窪み93が取り除かれる。

#### 【0047】

微小距離 $\Delta$ は、前記熱酸化工程によって成長するパズピーク94の根元部の膜厚 $t$ が、ゲート酸化膜80の所望の膜厚(たとえば1000Å)とほぼ等しくなるように定められる。より好ましくは、膜厚 $t$ は、ゲート酸化膜80の所望の膜厚とパッド酸化膜42(後にふっ酸液によりエッチングされる。)の膜厚との和にほぼ等しく定められるとよい。

ゲート酸化膜80を形成するための熱酸化工程では、図4Cに示すように、チャネル領域77のシリコン基板40の表面に成長するゲート酸化膜80とパズピーク94とが接続し、チャネル領域77には、その中央領域からエッジ部に至る各部で均一な膜厚のゲート酸化膜80が形成されることになる。

#### 【0048】

図5は、この発明の他の実施形態に係る半導体装置の構成を説明するための図解的な断面図である。この図5において、前述の図1に示された各部に対応する部分には、図1の場合と同一の参照符号を付して示す。

この実施形態では、第2領域70における素子形成領域は、STI部72ではなく、LOCOS酸化膜98によって分離されている。高耐圧領域としての第2領域70に関しては、高耐圧トランジスタ71のサイズが大きいので、必ずしもSTI法による分離を適用する必要はない。したがって、この実施形態のように、第2領域70における素子形成領域73の分離を、LOCOS法によって行っても差し支えない。しかも、LOCOS法による素子分離を行うことによって、第2領域70内における電界集中をより一層緩和することができるから、第2領域70の耐圧を一層高めることができる。また、第1および第2領域50、70の境界部に位置するLOCOS酸化膜98に顕著な段差が生じることもない。

#### 【0049】

以上、この発明の2つの実施形態について説明したが、この発明は、他の形態で実施することもできる。たとえば、第1および第2領域50、70の両方に関してLOCOS法による素子分離が行われてもよい。この場合でも、第1および第2領域50、70の境界部におけるLOCOS酸化膜98に顕著な段差が生じることがないのは、前述の場合と同様である。

#### 【0050】

その他、特許請求の範囲に記載された事項の範囲で種々の設計変更を施すことが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0051】

【図1】 この発明の一実施形態に係る半導体装置の構成を説明するための図解的な断面図である。

【図2A】 前記の半導体装置の製造工程を示す断面図である。

【図2B】 図2Aの次の工程を示す断面図である。

【図2C】 図2Bの次の工程を示す断面図である。

【図2D】 図2Cの次の工程を示す断面図である。

【図2E】 図2Dの次の工程を示す断面図である。

【図2F】 図2Eの次の工程を示す断面図である。

【図2G】 図2Fの次の工程を示す断面図である。

【図2H】 図2Gの次の工程を示す断面図である。

【図2I】 図2Hの次の工程を示す断面図である。

【図2J】 図2Iの次の工程を示す断面図である。

【図2K】 図2Jの次の工程を示す断面図である。

【図2L】 図2Kの次の工程を示す断面図である。

【図2M】 図2Lの次の工程を示す断面図である。

【図2N】 図2Mの次の工程を示す断面図である。

【図3】 高耐圧トランジスタの近傍の平面図であり、図2Eの工程における構成を示す。

【図4】 図4Aは図3の切断面線IV-IVにおける断面図であり、図4Bは図2Fの工程に対応する同様の切断面を示し、図4Cは図2Iに対応する同様の切断面を示す。

【図5】 この発明の他の実施形態に係る半導体装置の構成を説明するための図解的な断面図である。

【図6】 この発明の方法を一例により概説するための図解的な断面図である。

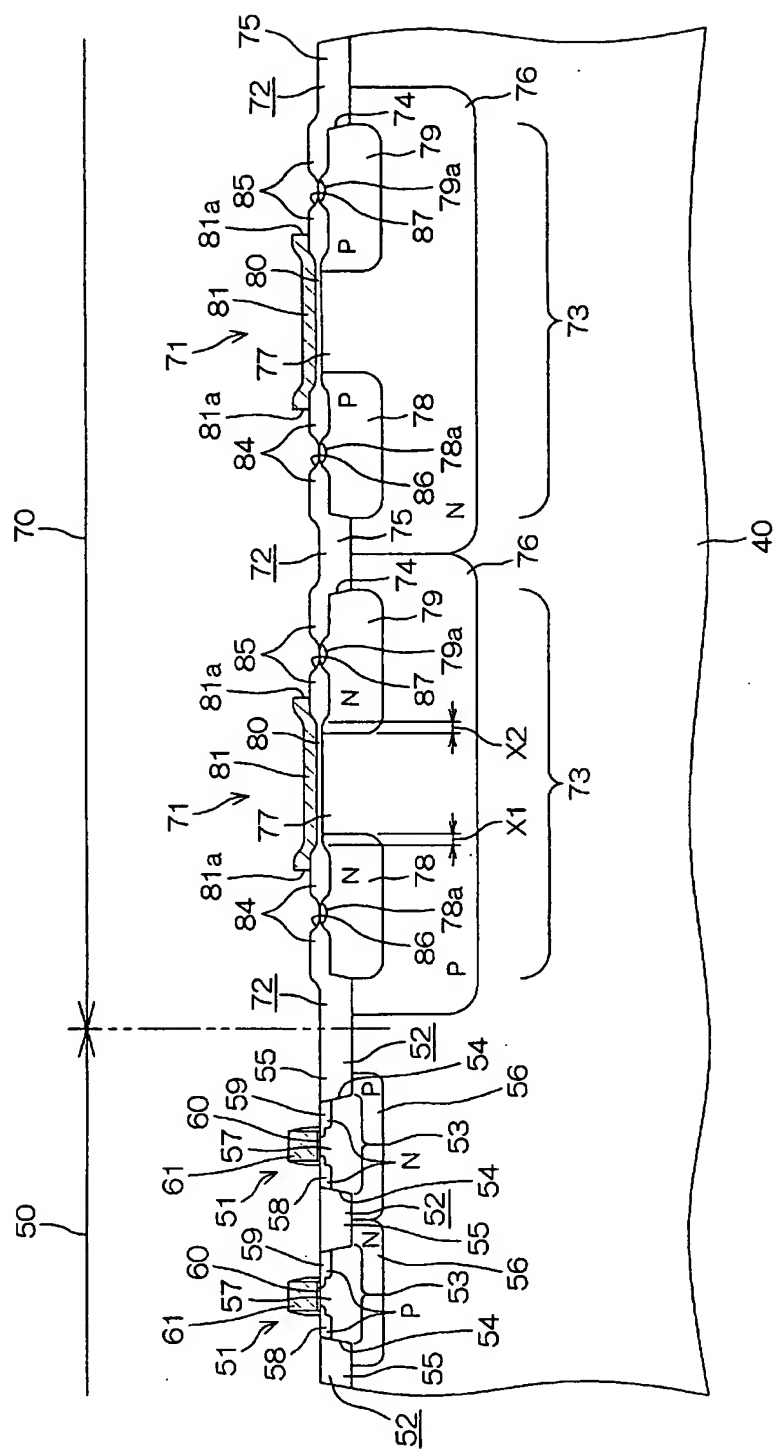
【図7】 従来技術に係る製造方法を工程順に示す図解的な断面図である。

【符号の説明】

【0052】

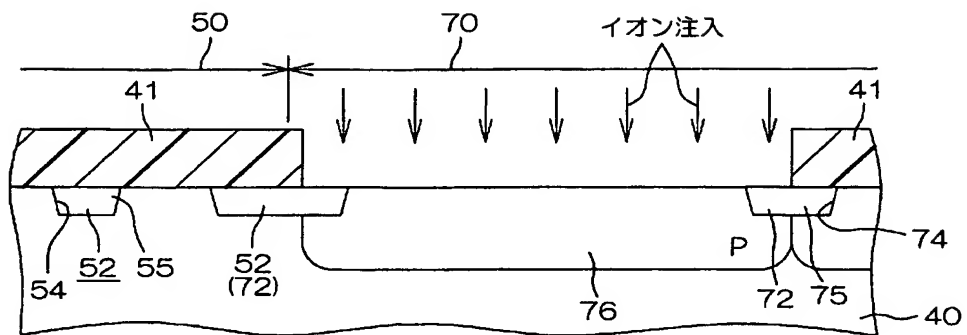
- 21 半導体基板
- 22 窒化膜
- 23 第1酸化膜
- 24 酸化皮膜
- 25 レジスト膜
- 26 第2酸化膜
- 27 第3酸化膜
- 31 第1酸化膜形成領域
- 32 第2酸化膜形成領域
- 33 第3酸化膜形成領域 33
- 40 シリコン基板
- 41 レジスト膜
- 42 バッド酸化膜
- 43 窒化シリコン膜
- 43a マスク開口
- 44 レジスト膜
- 44a レジスト開口
- 45 酸化皮膜
- 46 レジスト膜
- 47 レジスト膜
- 50 第1領域
- 51 低耐圧トランジスタ

5 2 S T I 部  
5 3 素子形成領域  
5 4 トレンチ  
5 5 酸化シリコン  
5 6 ウェル  
5 7 チャネル領域  
5 8 ソース拡散層  
5 9 ドレイン拡散層  
6 0 ゲート酸化膜（第3酸化膜）  
6 1 ゲート電極  
7 0 第2領域  
7 1 高耐圧トランジスタ  
7 2 S T I 部  
7 2 a S T I 部の上側縁部  
7 3 素子形成領域  
7 4 トレンチ  
7 5 酸化シリコン  
7 6 ウェル  
7 7 チャネル領域  
7 8 ソース側ドリフト層  
7 8 a ソースコンタクト層  
7 9 ドレイン側ドリフト層  
7 9 a ドレインコンタクト層  
8 0 ゲート酸化膜（第2酸化膜）  
8 1 ゲート電極  
8 1 a ゲート電極の端部  
8 4 , 8 5 L O C O S 酸化膜（第1酸化膜）  
8 6 , 8 7 コンタクト孔  
9 3 窪み  
9 4 パーズピーク  
9 8 L O C O S 酸化膜

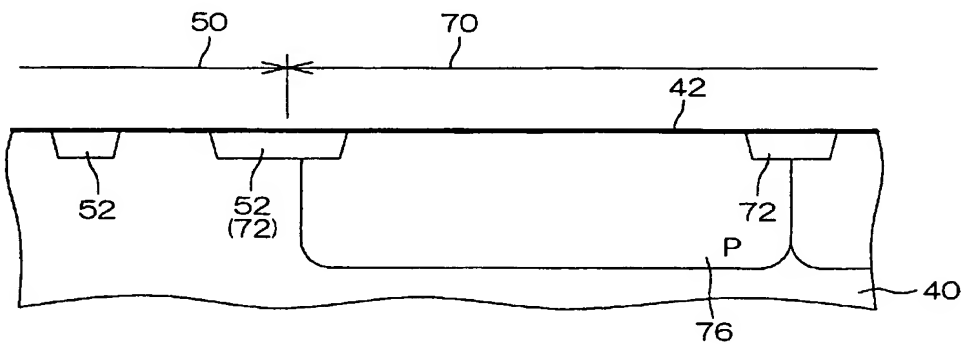




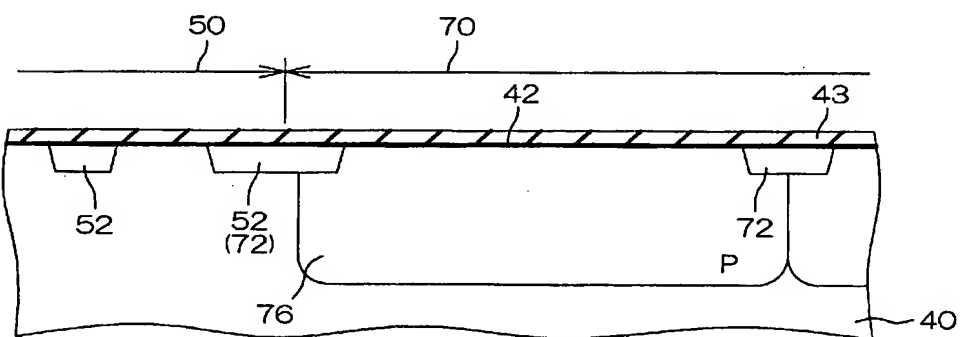
【図 2 A】



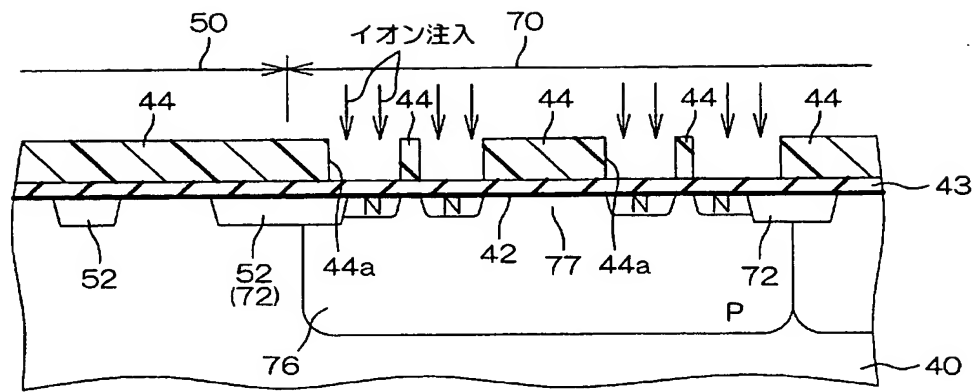
【図 2 B】



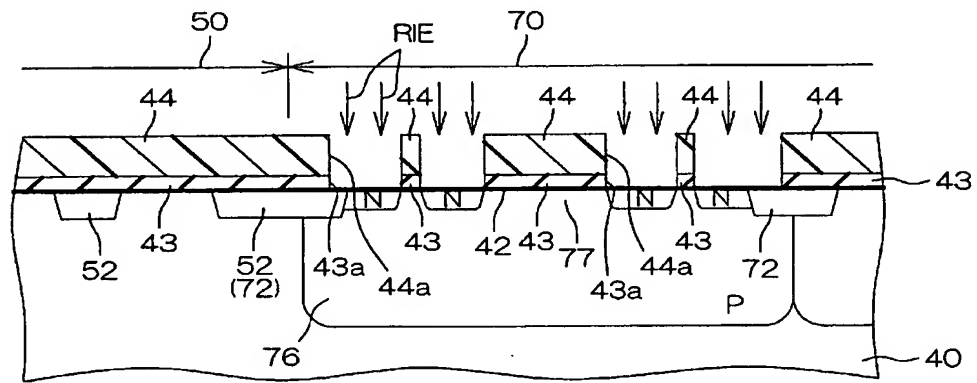
【図 2 C】



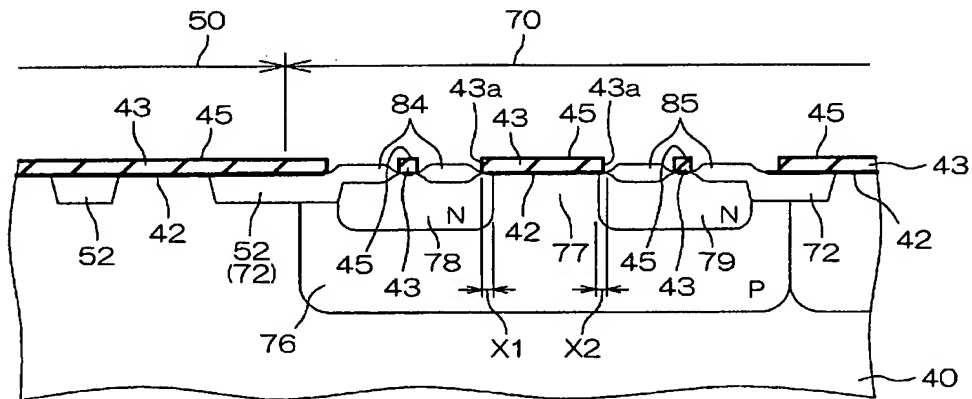
【図 2 D】



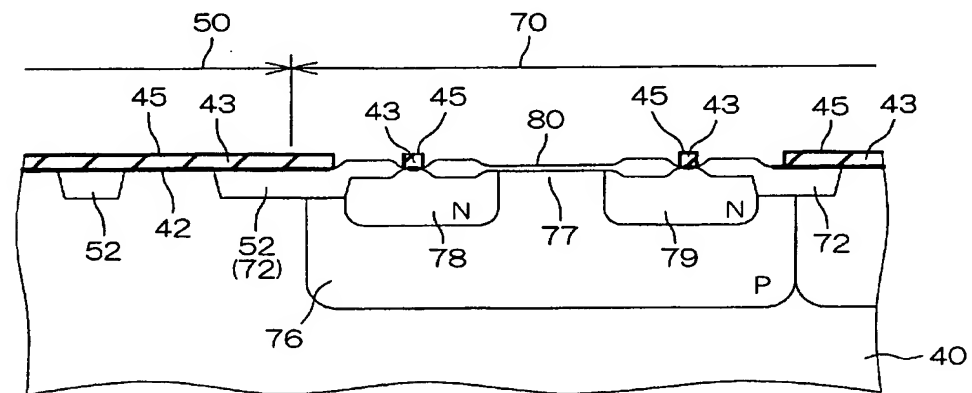
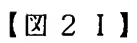
【図 2 E】



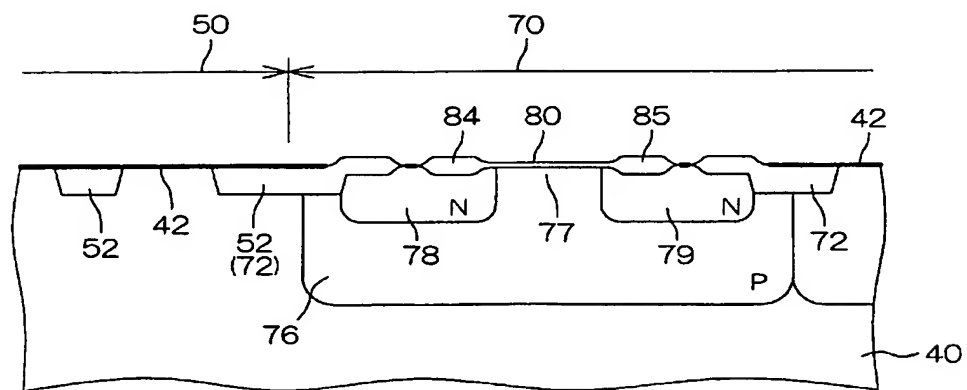
【図 2 F】



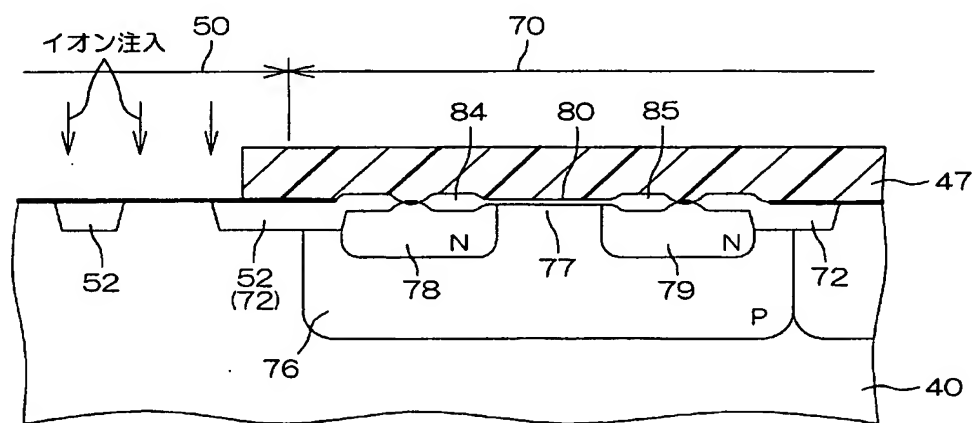
【图 2 H】



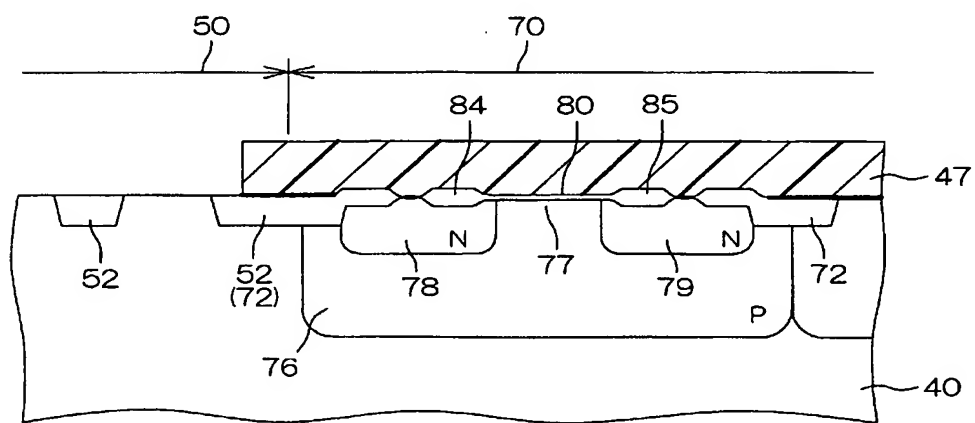
【図 2 J】



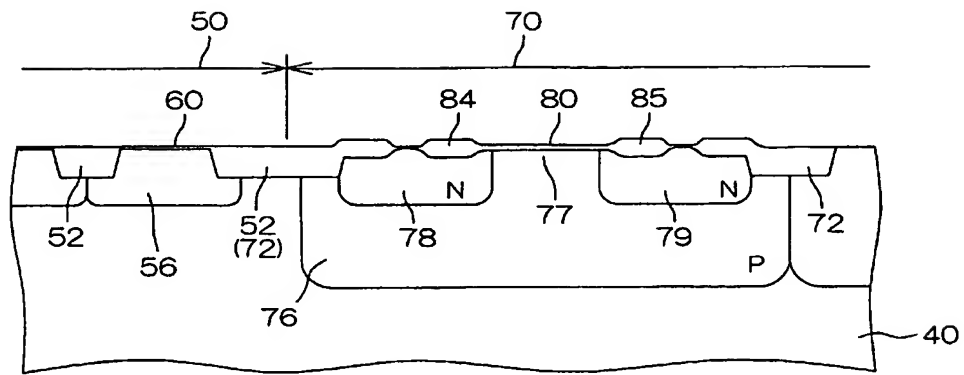
【図 2 K】



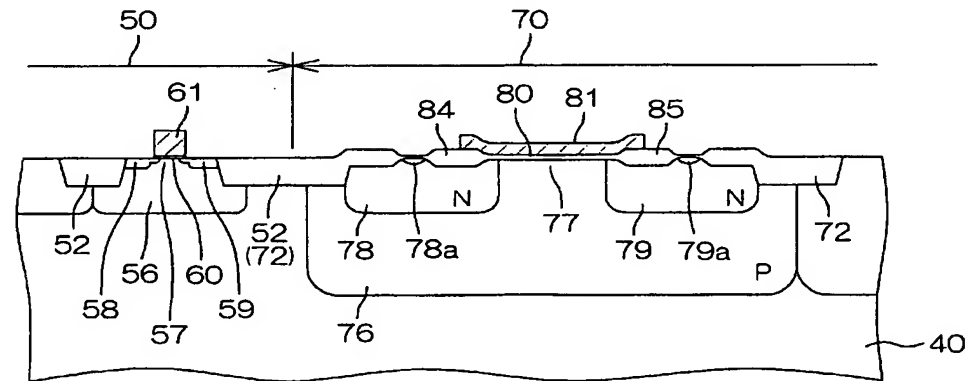
【図 2 L】



【図 2 M】



【図 2 N】



【図 3】

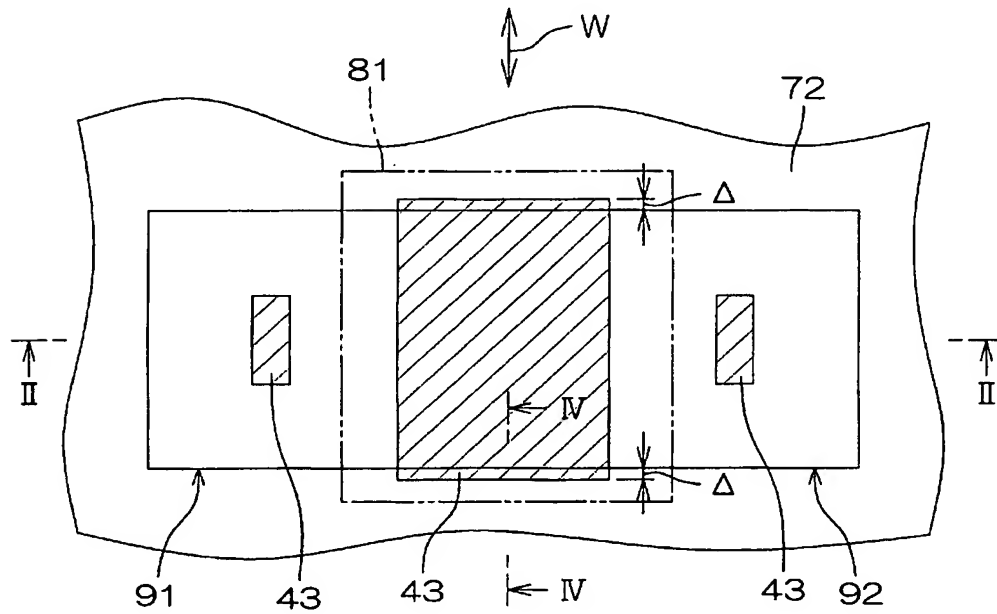


図4A

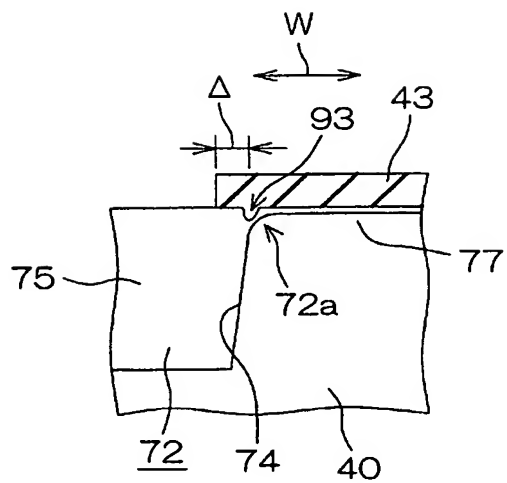


図4B

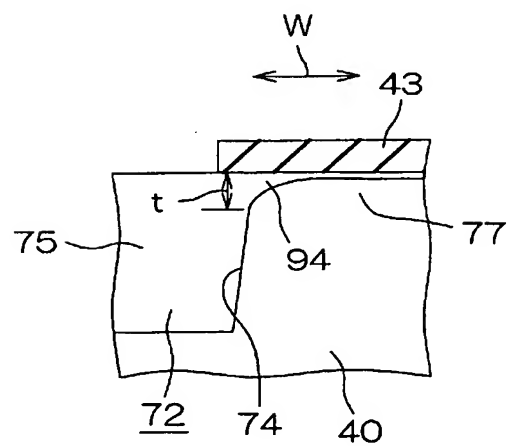
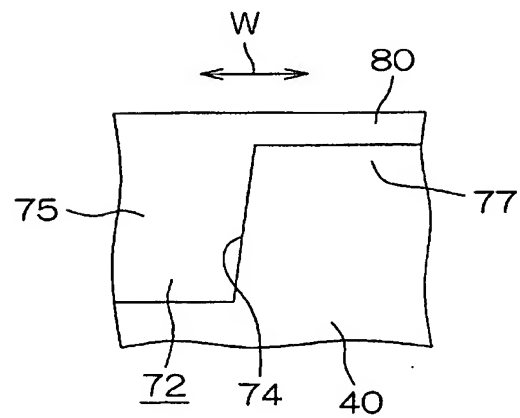
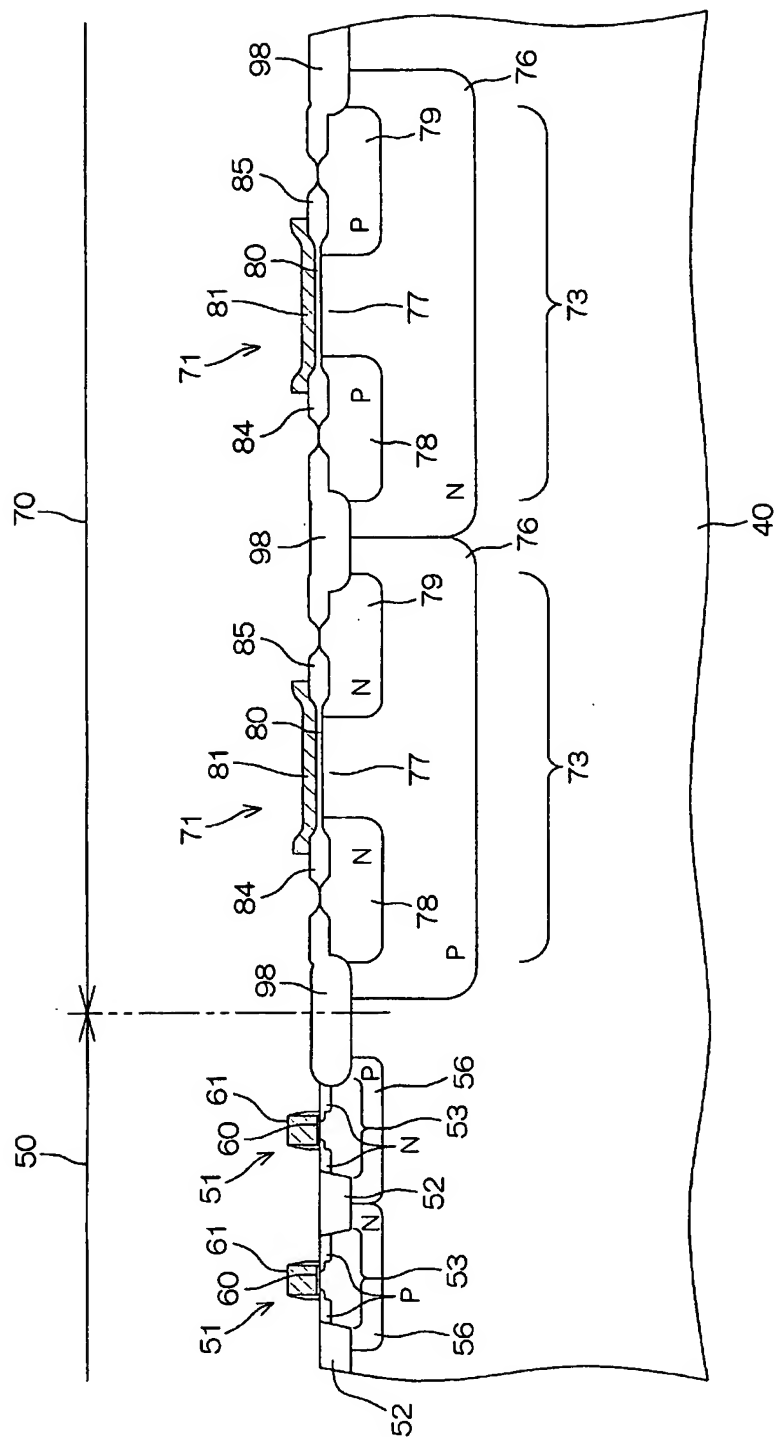
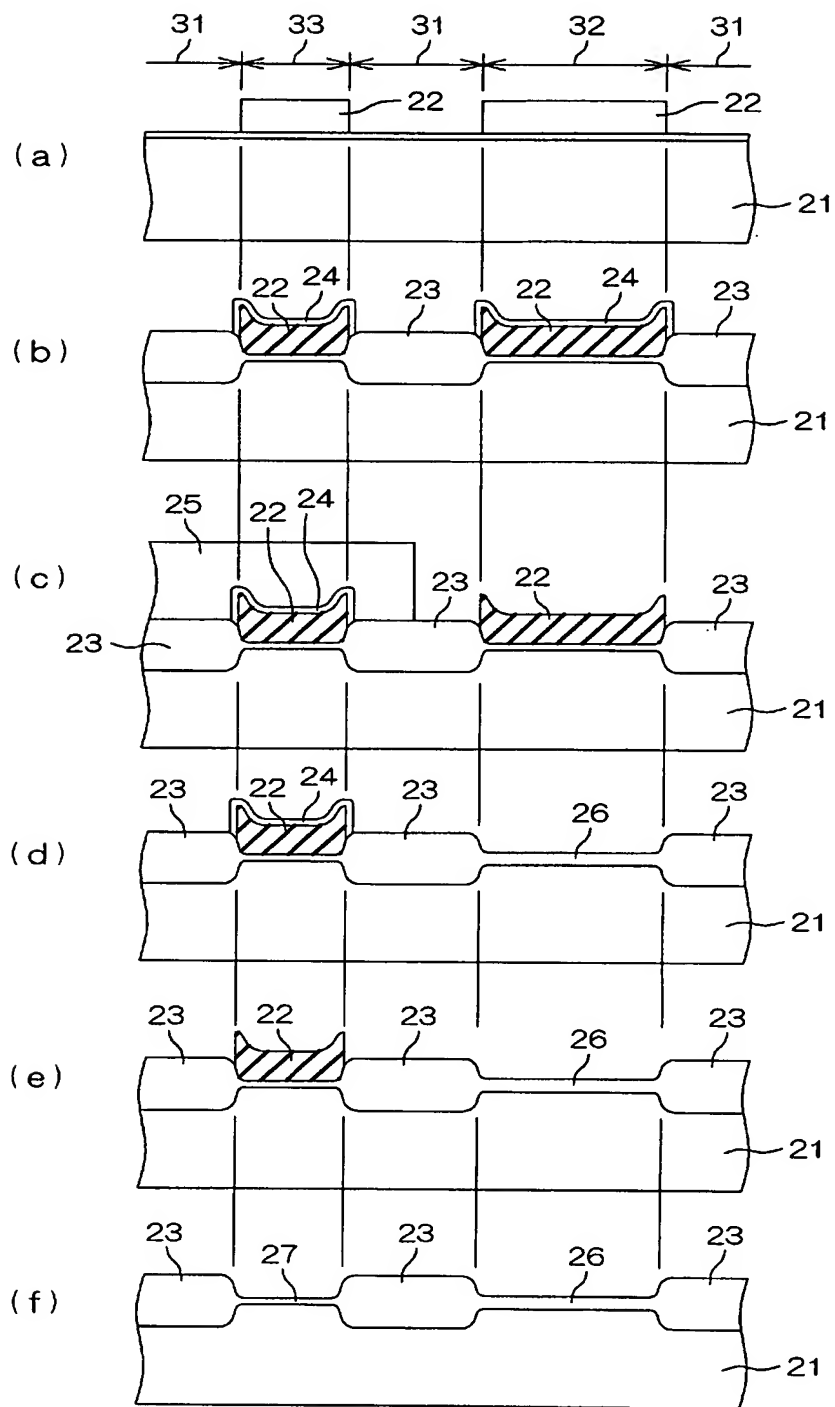


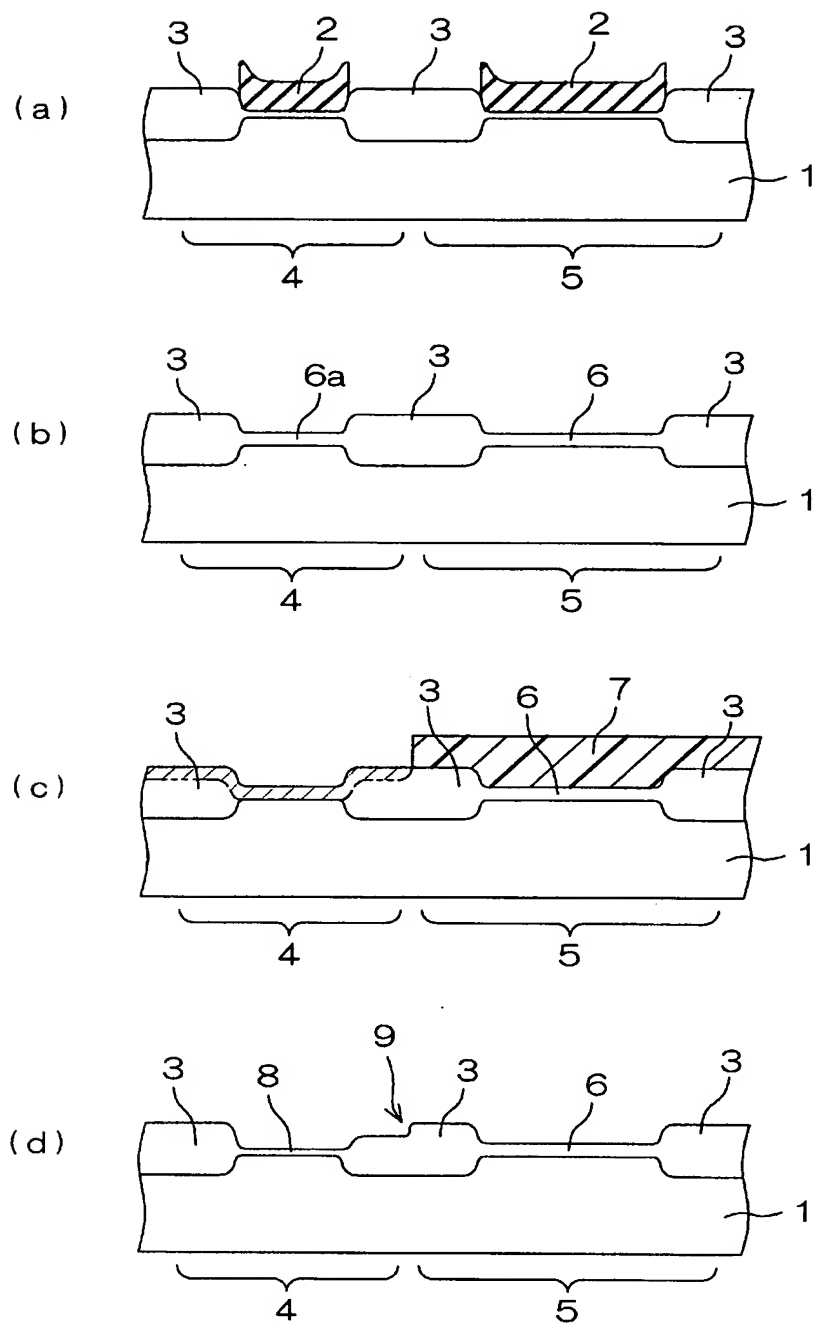
図4C











【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ３種類の膜厚を有する酸化膜を半導体基板上に良好に形成する。

【解決手段】 半導体基板 2 1 上に、第 1 酸化膜形成領域 3 1 に開口を有し、第 2 酸化膜形成領域 3 2 および第 3 酸化膜形成領域 3 3 を覆う窒化膜 2 2 を形成する (a)。熱酸化処理により第 1 酸化膜 2 3 を形成する (b)。窒化膜 2 2 の表面を覆う酸化皮膜 2 4 を形成する (b)。第 2 酸化膜形成領域 3 2 に開口を有し、第 3 酸化膜形成領域 3 3 を覆うレジスト膜 2 5 を形成する (c)。ふっ酸液により、第 2 酸化膜形成領域 3 2 の窒化膜 2 2 の表面を覆う前記酸化皮膜 2 4 を除去する (c)。熱リン酸液によって第 2 酸化膜形成領域 3 2 の窒化膜 2 2 を除去する (d)。熱酸化処理によって、第 2 酸化膜 2 6 を形成する (d)。ふっ酸液によって、第 3 酸化膜形成領域 3 3 の窒化膜 2 2 の表面を覆う酸化皮膜 2 4 を除去する (e)。熱リン酸液によって窒化膜 2 2 を除去する (f)。熱酸化処理によって、第 3 酸化膜 2 7 を形成する (f)。

【選択図】

図 6

出願人履歴

0 0 0 1 1 6 0 2 4

19900822

新規登録

京都府京都市右京区西院溝崎町2-1番地  
ローム株式会社